

パノラマビューを連続的に表示する 移動擬似体験型ナビゲーション

新田 知之[†] 新井 イスマイル^{††} 西尾 信彦[†]

ルートが記憶しやすく、また現在地に限らずどこからでも任意の箇所のナビゲーションを享受できることが求められている中、本研究はパノラマビューの場所を選ばず直観的な閲覧が可能な点を活かして、出発地から目的地まで動画のように連続的に風景を提示するナビゲーション手法を提案・実装した。この手法の評価実験を行なった結果、操作回数・到着率などの観点から有用性が実証された。

Pedestrian Navigation with a Series of Panorama Views

TOMOYUKI NITTA,[†] ISMAIL ARAI^{††} and NOBUHIKO NISHIO[†]

The memory of the route and excluding the present place is requested. We propose a pedestrian navigation system that use omnidirectional imagery. The proposed system provides animated panoramic views along the way from the place of departure to the destination. We conducted experiments to evaluate system. As a result, we clarified the utility of the proposed navigation system and some implementation issues.

1. はじめに

近年、二次元地図を用いたナビゲーション（Google マップ¹、NAVITIME²）が普及している。二次元地図のナビゲーションは、目的地までの距離や方角を容易に確認することができる。しかし、二次元地図上には建造物の色や大きさなどが記載されていないため、建物を目印にして実際にその場所に行ったときにどの方向に進めばよいか分からなくなることがある。こういった状況を、我々は指示されたナビゲーションを現実世界の行動に変換できないと定義する。

一方で、HMD（Head Mount Display）を装着し周りの風景を見ながらナビゲーション内容を表示する研究¹⁾²⁾ やリアルタイムに撮影した写真にナビゲーションを重畳表示する研究³⁾ などのライブビューを用いたナビゲーションの研究も行なわれている。ユーザは、実際の風景を見ながらナビゲーションを提示されるため現実世界の行動に移しやすくなっている。しかし、ライブビューは周囲の風景にナビゲーションの情報を重ねているため、ユーザは現在地以外の場所のナビゲーションを受けることができない。人通りが多い地域で

は、立ち止まってナビゲーションを受けることや画面を見ながら操作を何回も行なうことは困難であるため、現在地しかナビゲーションできないライブビューは不向きである。また、現在の測位・姿勢推定技術では常に正確なナビゲーションの重畳表示ができないため非現実的である。

これら問題を解決するため、本研究では、全方位パノラマビューを利用したナビゲーションを提案する。撮影済みパノラマ写真を用いることで、離れた場所でのナビゲーションが可能となり、一度に目的地までの道のりを見せることでユーザがシステムを操作する回数の削減が可能となる。また、高精度・リアルタイムな測位・姿勢推定技術が不要となる。さらに、提案手法ではパノラマビューを動画のように連続で表示し、ユーザがどの場所においてもナビゲーションを現実世界の行動に変換しやすく、簡単に指示を記憶することができるシステムを目指す。

以降、2章で本研究の目的と課題を述べ、3章で本研究のアプローチと実装を説明し、4章で提案手法の評価について述べる。最後に、5章で本論文をまとめる。

2. 本研究の目的と課題

本研究の目的は、ユーザがどの場所においても、ナビゲーションの指示を現実世界の行動に変換しやすく、簡単に指示を記憶することができるシステムの実現で

[†] 立命館大学情報理工学部

^{††} 立命館大学総合理工学研究機構

Google マップ, <http://maps.google.co.jp/>

NAVITIME, <http://www.navitime.co.jp/>

ある．この目的を満たすための要件として，以下の3つがある．

要件 1) 提示されたナビゲーションを現実世界への行動に変換することが容易

経路を地図を見せながら説明したとしても，実際にどの道に進むべきかわからなくなることがある．このようなことから，ナビゲーションで伝える情報は，現実世界の行動への変換が容易である必要がある．

要件 2) 現在地以外でのナビゲーション

人で混雑しているために現在地で立ち止まりながらナビゲーションを見ることができない場合は，離れた場所で一通り経路を確認したいという要望がある．よって，現在地以外でもナビゲーションできる必要がある．

要件 3) ユーザが目的地までのルートを記憶しやすい

ナビゲーションを使用して，ユーザが道を覚えることができなければ，次回同じ目的地に行く場合にもまたナビゲーションを受けなければならない．また，ルートを記憶することができなければ，歩きながら何度もシステムを起動・操作・閲覧しなければならず実用的ではない．よって，ユーザが記憶しやすいナビゲーションである必要がある．

上記を踏まえて既存手法を以下の通り考察する．

既存手法 1) 二次元地図のナビゲーション

二次元地図は俯瞰表示のためそもそも人と視点が異なり，屋台形式の小さな店舗や柱，看板等の比較的小さな物体や道の色合いといった記載しきれない情報が多くあるため，現実世界の風景と二次元情報から想像した風景が大きく異なることがある．したがって，二次元地図は要件 1 を満たしていない．一方，現在地以外の場所も見ることができるため要件 2 を満たしている．しかし，二次元地図でのナビゲーションは，経路を線などで表示しているだけのものが多く，場所による明らかな特徴もないため記憶しづらい．よって，要件 3 を満たしていない．

既存手法 2) ライブビューのナビゲーション

田中ら¹⁾ や内村ら³⁾ は透過型 HMD を用いて，歩いている時に見える風景の上にナビゲーション情報を表示している．実際に見えている風景をもとにナビゲーションを行なうため，現実世界の行動へ変換することが容易であり，要件 1 を満たしている．しかし，リアルビューは現在地でしかナビゲーションを行なえないため，要件 2 を満たしていない．ライブビューを用いたナビゲーションは，現在地から次にどっちに進めばいいのかという情報しか意識する必要がない．これは，カーナビゲーションと同じであるが若林⁴⁾ の論文で



図 1 Gooraffiti Umechika
Fig. 1 Gooraffiti Umechika

カーナビゲーションを使用していると道を覚えないと述べられている．そのため，要件 3 を満たしていない．

既存手法 3) パノラマビューによるナビゲーション

Google マップ ストリートビュー や我々が開発した大阪・梅田周辺地下街パノラマビュー⁵⁾ (図 1) は，全方位パノラマビューで目的地までのルートを閲覧することができる．全方位パノラマビューは，二次元地図とは異なり，普段の人の見ている風景に近い視点で閲覧できる．したがって，要件 1 を満たしている．また，ライブビューとは違いその場になくても風景を閲覧できるため，要件 2 を満たすことができる．しかし，パノラマビューでルートを確認しようとすると何回もパノラマビューを自分で操作する必要があり操作が煩雑になりユーザが道を記憶することは難しい．そのため，要件 3 を満たしていない．

3. パノラマビューを連続的に表示するナビゲーションの提案と実装

2 章の要件をすべて満たす既存研究がないため，本研究では全方位パノラマビューを利用し，出発地から目的地までのパノラマビューを動画のように連続的に表示し，移動による風景の変化をユーザに擬似的に体験させるナビゲーション手法を提案する(図 2，図 3)．全方位パノラマビューを利用するため，要件 1 と要件 2 を満たすことができる．連続的にパノラマビューを表示することによって，ユーザは目的地までの移動を擬似的に体験することができる．また，曲がり角など道を覚えるための目印になるポイントでは，カメラのパン操作をなめらかに行なうことで曲がる角度を理解しやすくすることによって要件 3 の記憶に残りやすいナビゲーションが実現できる．

全方位パノラマビューは，我々が開発した大阪・梅田

Google マップ ストリートビュー，
<http://www.google.co.jp/help/maps/streetview/>
Gooraffiti Umechika，
<http://umechika.ubi.cs.ritsumei.ac.jp/>

パノラマビューを連続的に表示する移動疑似体験型ナビゲーション

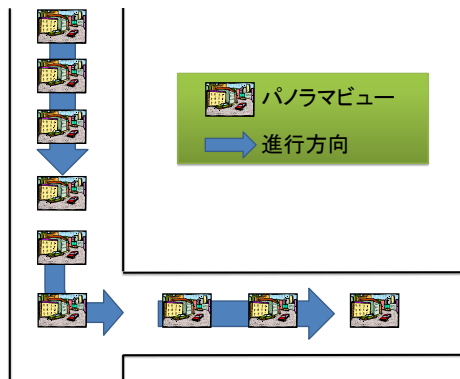


図 2 連続的なパノラマビューのイメージ
Fig. 2 An overview of chain panorama views

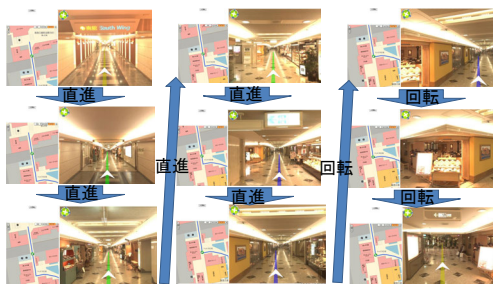


図 3 連続的なパノラマビューのスクリーンショット
Fig. 3 A screen shots of chain panorama views

周辺地下街パノラマビューを使用した。大阪・梅田周辺地下街は通路が複雑に入り組んでおり、しばしば迷路とも揶揄され⁶⁾ ナビゲーションの需要が高い。直線に進む場所では約 0.3 秒間隔(トランジションエフェクトが違和感なく動作すると著者が事前に判断した間隔)でパノラマビューの切り替えを行なう。パノラマビューの画像が切り替わるまでの 0.3 秒の間には、移動を連続的に見せるため進行方向にズームインするトランジションエフェクトを行なう。曲がり角では、全方位が見えるというパノラマビューの特徴を生かし方向転換を約 0.02 秒で 1 度づつ行ない(こちらも同じく著者が事前に調整し判断)なめらかな方向転換を行なう。5 回パノラマビューを直線に移動した後、左に方向転換をしている様子を図 3 に記す。

4. 評価実験

評価実験によって提案手法の有用性を検証する。具体的には、大阪・梅田周辺地下街の中でパノラマビューで構成される 100m 程度のルートを 3 か所抽出し、そのルートをそれぞれ二次元地図の手法、Google マップストリートビューの手法、提案手法の 3 つでユーザにナビゲーションした。その後、パノラマビューを使って覚えたルートを移動してもらった。実験で利用した 3 つのルートを図 4 に示す。

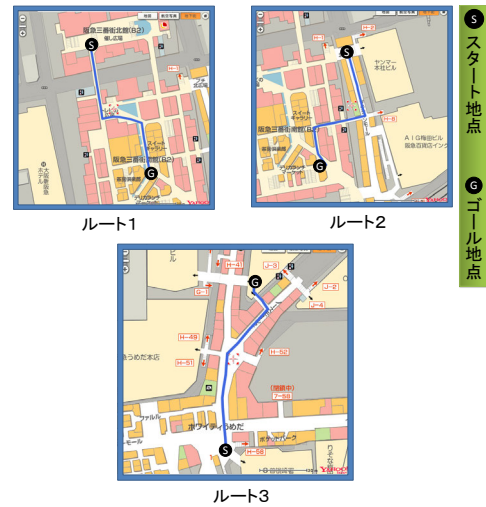


図 4 各ルートの地図
Fig. 4 Route 1, 2 and 3

4.1 実験用手法

手法 1) 二次元地図のナビゲーション

一般的に普及している二次元地図ナビゲーションとして、Yahoo!地図 API で取得した地下街の地図上に目的地までの経路を青い線を表示する。この二次元地図は、三段階で縮小・拡大ができるようになっており、最も拡大すると各店舗名まで表示されるようになっている。

手法 2) 二次元地図とパノラマビュー

比較対象として Google マップストリートビューのように Yahoo!地図 API で取得した地下街の二次元地図とパノラマビューを同時に閲覧できるナビゲーションを実装した。

手法 3) 二次元地図と自動で連続的に表示されるパノラマビュー

この手法は、本研究で提案したパノラマビューを連続的に表示するパノラマビューである。

4.2 実験方法

3 つのルートを、それぞれ 3 手法に割り当てて被験者に利用してもらった。各手法で試行するルートが偏らないように被験者ごとにルートと手法の組み合わせを変更した。各手法を使用する時間は、無制限とし目的地に着けると確信できるまで手法を使用してもらい、各手法の使用時間と使用回数を計測した。その後、パノラマビューだけをを使って(本来は実際に地下街を歩いてもらうのが望ましいが実験コストが高いため、疑似散策によって評価した)、各手法で覚えた経路に従って目的地まで到着できるか否かの判定および、到着するまでの時間を計測した。最後に、被験者に「3 つの手法を道を覚えやすかった順に並べてください。また、

表 1 ナビゲーション手法の結果比較
Table 1 Results of each navigation

	使用時間	操作回数	到着率	移動時間
手法 1	42 秒	4	40 %	128 秒
手法 2	101 秒	11	73 %	90 秒
手法 3	73 秒	2	87 %	90 秒

表 2 質問結果
Table 2 The result of question 1

	1 位	2 位	3 位
手法 1	0 %	7 %	93 %
手法 2	67 %	27 %	7 %
手法 3	33 %	67 %	0 %

その理由を教えてください。」という質問を行なった。

4.3 実験結果

被験者は、男性 14 人、女性 1 人の合計 15 人で著者が所属する研究室の 21 歳から 24 歳までの大学生・大学院生である。梅田の地下街についてよく知っていると言ったのは 3 名のみでそれ以外の 12 名は、まったく知らないと回答した。これら被験者の実験結果を示す。表 1 は、各手法のナビゲーションを使用した平均時間とナビゲーションを操作した平均回数と目的地に到着できた割合と目的地に到着するまでの平均移動時間を示している。表 2 は、質問の結果である。

4.4 考察

表 1 の結果に着目すると、手法 1 は、ナビゲーションの平均使用時間が一番短かったにも関わらず目的地に到着できた割合が一番少ない。二次元地図に記載されている情報の中に道を覚えるのに有用な情報が少なかったため、使用時間は短いは何回も道を間違えてしまい、他の手法と比べて移動時間が長くなっている。手法 2 は、ナビゲーションの使用時間が最も長かった。その理由は、二次元地図で現在のパノラマビューの位置を確認しながら出発地から目的地までをゆっくり確認していく被験者が多かったからである。そのため、ナビゲーションの操作回数も 3 手法中最多となっている。提案手法である手法 3 は、自動で出発地から目的地までを移動していくためナビゲーション操作回数・使用時間共に手法 2 より少ない。ナビゲーション操作回数が平均 2 回行なわれているのは、出発地から目的地までの移動を見ても記憶しきれなかった箇所があったため、再度確認のためにナビゲーションを使用する被験者が多かったからである。手法 3 の到着率が一番高かったことから記憶に残りやすいナビゲーションを提示することができたといえる。

表 2 の結果に着目すると、提案手法ではなく手法 2 の Google マップ ストリートビューを模した手法を

一番覚えやすかったと答えた被験者が 67 %であった。到着率は、手法 2 よりも提案手法のほうが上回っていたにも関わらず手法 2 が覚えやすかったと答えた理由として、提案手法は自由に移動を一時停止する機能がなかったため被験者が自分のペースでナビゲーションを見られず被験者に不快感を与えてしまったことが原因だと考える。このことから、動画のシークバーのように一時停止や早送りが自由に行なえるインタフェースが今後必要であると考えられる。

5. おわりに

本論文では、出発地から目的地までのパノラマビューを動画のように連続的に表示し、移動による風景の変化をユーザに体験させるナビゲーション手法を提案した。評価実験の結果、操作回数・到着率などの観点から有用性が実証された。しかし、被験者の指摘により実装に問題がありパノラマビューのスピードや一時停止などの機能を増やすことが要求されることがわかった。今後は、パノラマビューを移動させるスピードを調査し、曲がり角などで自由に一時停止することができる機能の実装を行っていく。

参考文献

- 1) 田中晴美, 北原格, 亀田能成, 大田友一: 透過型 HMD を用いた歩行者用経路提示の評価, 電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎, pp.117-122 (2006).
- 2) Tenmoku, R., Kanbara, M. and Yokoya, N.: A Wearable Augmented Reality System Using Positioning Infrastructures and a Pedometer, *Proc. IEEE Int. Symp. on Wearable Computers*, pp.110-117 (2003).
- 3) 内村圭一, 胡振程, 三好正純: リアルタイム映像を用いたシームレス・ナビゲーションシステムの開発, 電気通信普及財団研究調査報告書, No.21 (2006).
- 4) 若林拓史: ITS 社会における道路案内標識のあり方, 土木計画学研究・講演集, No.31 (2005).
- 5) 新井イスマイル, 他: 人が消える地下街パノラマビューの開発, 協調とモバイル (DICOMO2010) シンポジウム論文集, pp. 1183-1189 (2010).
- 6) : 迷路うめちか実在ナビ, 朝日新聞夕刊 (2010/10/16).